

Relação entre a variação na componente H do campo geomagnético e o índice K local para as estações da Rede EMBRACE de Magnetômetros

CHEN, S. S.^[1,2]; DENARDINI, C. M. ^[1]; RESENDE, L. C. A.^[1]; MORO, J.^[1]; GUIZELLI, L. M. ^[1,2]

^[1] Divisão de Aeronomia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – DAE/CEA/INPE. Av. dos Astronautas, 1758, Jd. da Granja, CEP: 12227-010, São José dos Campos, SP, Brasil

^[2] Departamento de Engenharia Elétrica – Universidade de Taubaté – DEE/UNITAU, R. Daniel Danelli, s/n, Jd. Morumbi, CEP: 12060-440, Taubaté, SP, Brasil

Contato do autor: Sony Su Chen (sony.chen@dae.inpe.br)

RESUMO

O monitoramento das interações Sol-Terra está sendo cada vez mais estudado nas últimas décadas. Alguns destes estudos estão relacionados às variações do vento solar, aos *solar flares* e às ejeções de massa coronal, que podem causar variabilidades no ambiente terrestre. Uma das formas de se medir a influência da variabilidade do ambiente espacial no ambiente terrestre é utilizando o índice magnético K. Tal índice indica o nível da perturbação magnética em nível do solo, servindo como um código para quem realiza previsão do clima espacial. Ele é medido em cada estação magnética por meio de magnetômetros e se relaciona com as variações das componentes horizontal (H) e declinação (D) observadas no magnetograma durante um intervalo de 3 horas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é estabelecer a tabela de conversão que relaciona as variações das componentes H e D medidas em cada um dos magnetômetros da Rede do Programa de Estudos e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial (EMBRACE) com um índice magnético K local. Nesta fase inicial do trabalho foram selecionados os índices K de nove observatórios geomagnéticos e calculadas as latitudes magnéticas destes observatórios. A partir desta tabela foram estabelecidos os limites das variações das componentes H e D e sua relação com o índice magnético K para cada uma das estações do Programa EMBRACE. De posse desta relação, verificamos quais as variações deste índice K para algumas tempestades magnéticas ocorridas no ano de 2012.

INTRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) criou em 2007 o Programa de Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial (EMBRACE) com o objetivo de apresentar um diagnóstico sobre os efeitos de interações do sistema Sol-Terra a partir das observações e do monitoramento do Sol, do meio interplanetário e da Terra, voltado ao território brasileiro. A Figura 1 representa uma esquematização sobre a interação Sol-Terra.

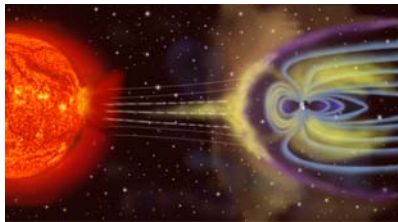


Figura 1: Esquematização da interação Sol-Terra

No programa de clima espacial são monitoradas as variações do campo geomagnético através de magnetômetros do tipo *fluxgate*. Atualmente o EMBRACE possui um planejamento de operação de 13 magnetômetros, sendo 10 deles pertencentes ao INPE e 3 à Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), parceira deste programa. Além disso, também há a participação da Universidade Nacional de La Plata (Argentina), que abriu espaço para a instalação de um dos magnetômetros do INPE dentro de suas instalações em Rio Grande. A Tabela 1 mostra a lista dos magnetômetros da Rede EMBRACE seguido do código da estação magnética, localização e situação em que estes magnetômetros se encontram.

Tabela 1: Lista dos magnetômetros da Rede EMBRACE junto a sua localização

Magnetômetro	Código	Localização	Situação
EMBRACE-01	-	-	Reparos
EMBRACE-02	EUS	Eusébio, CE (BRA)	Operando
EMBRACE-03	SLZ	São Luis, MA (BRA)	Operando
EMBRACE-04	RGA	Rio Grande, TF (ARG)	Calibrado
EMBRACE-05	CXP	C. Paulista, SP (BRA)	Operando
EMBRACE-06	SMS	São Martinho, RS (BRA)	Calibrando
EMBRACE-07	BLM	Belém, PA (BRA)	Em espera
UNIVAP-01	SJC	São J. Campos, SP (BRA)	Calibrando
UNIVAP-02	PAL	Palmas, TO (BRA)	Em espera
UNIVAP-03	MAN	Manaus, AM (BRA)	Em espera
EMBRACE-08	CGR	C. Grande, CE (BRA)	Em espera
EMBRACE-09	BOA	Boa Vista, RR (BRA)	Em espera
EMBRACE-10	CXB	Cachimbo, PA (BRA)	Em espera

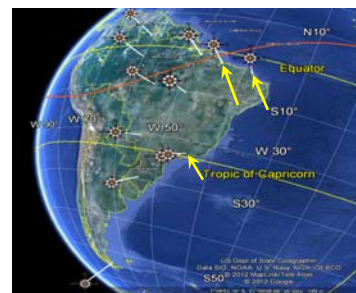


Figura 2: Localização dos magnetômetros da Rede EMBRACE

METODOLOGIA

Inicialmente buscaram-se informações gerais sobre a localização dos observatórios magnéticos que definem o índice Kp e a sua respectiva tabela de conversão K nas publicações de Bartels et al. (1939), Jursa (1985) e Takahashi et al. (2001). A partir dessas informações, verificou-se a relação entre a latitude geomagnética destes observatórios em relação ao índice K9 limiar da tabela K. Isso foi realizado através de um ajuste polinomial de ordem 2 que mostrou uma correlação de 0,78 do K9 limiar em função das coordenadas geomagnéticas destes observatórios. Por fim, através da equação que foi obtida deste ajuste polinomial, foram calculados os índices K9 limiares para as estações magnéticas do EMBRACE utilizando as coordenadas da latitude geomagnéticas das mesmas.

REFERÊNCIAS

- BARTELS, J.; N. H. HECK; H. F. JOHNSTON, The three-hour-range index measuring geomagnetic activity, *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, v. 44, n. 4, p. 411-454, 1939.
- JURSA, A, *Handbook of Geophysics and the Space Environment*, published by US Air Force Geophysics Laboratory, 1985.
- TAKAHASHI, K.; TOT, H. B. A.; OLSON, J. V. *Journal of Geophysical Research*, v106, nA10, p21017-21032, 2001.

Esta equação do ajuste polinomial é dada pela relação abaixo, onde GeomLat significa a coordenada da latitude geomagnética para se obter o índice K9 limiar destes observatórios.

$$R_{\max} = 0.48(\text{GeomLat})^2 - 23.79(\text{GeomLat}) + 572.04$$

RESULTADOS

Neste sentido, obtivemos então os valores do índice K9 limiares para as estações magnéticas do EMBRACE. A Figura 3 mostra o gráfico do ajuste polinomial dos observatórios magnéticos (em preto) e as estações magnéticas do EMBRACE (em azul), todos eles acompanhados de suas respectivas latitudes geomagnéticas. Os parâmetros obtidos deste ajuste podem ser vistos na própria figura.

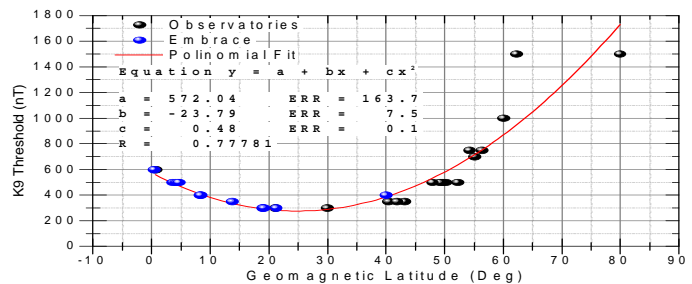


Figura 3: Gráfico do ajuste polinomial de grau 2 que relaciona o K9 limiar do índice K9 e a latitude geomagnética de cada estação e observatório magnético deste trabalho

A partir do índice K9 limiar obtido pela equação acima, determinamos a tabela de conversão das estações magnéticas do EMBRACE que mais se aproximava às tabelas de conversões do índice K dos observatórios magnéticos utilizados neste trabalho. A Tabela 2 mostra a relação final das tabelas de conversão do índice K para as estações magnéticas do EMBRACE.

Tabela 2: Tabela de conversão do índice K dos magnetômetros do Programa EMBRACE

Estação Magnética	Geomag. Lat. (°)	DIP (°)	Limites de amplitudes para o K correspondente									R _{max}	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8		9
BLM	-00.4	-00.80	0	6	12	24	48	85	145	240	400	600	563
SLZ	-03.6	-07.26	0	5	10	20	40	70	120	200	330	500	493
CXB	-04.0	-07.99	0	5	10	20	40	70	120	200	330	500	485
MAN	-04.4	08.75	0	5	10	20	40	70	120	200	330	500	477
BOA	-04.6	-09.22	0	5	10	20	40	70	120	200	330	500	473
EUS	-08.2	-16.51	0	4	8	16	32	56	96	160	265	400	409
PAL	-08.3	-16.52	0	4	8	16	32	56	96	160	265	400	408
CGR	-13.7	-26.29	0	4	8	16	30	50	85	140	230	350	336
CXP	-18.9	-36.43	0	3	6	12	24	40	70	120	200	300	294
SJC	-19.1	-36.64	0	3	6	12	24	40	70	120	200	300	293
SMS	-21.2	-36.48	0	3	6	12	24	40	70	120	200	300	283
RGA	-39.9	-50.03	0	4	8	16	32	56	96	160	265	400	387

De posse da tabela de conversão, os dados magnéticos recebidos nos servidores do Programa EMBRACE são avaliados em um índice K provisório e gerada e disponibilizado no Portal EMBRACE na internet (www.inpe.br/climaespacial) e são usados nas discussões e previsões do clima espacial para o setor brasileiro. Aplicamos estas tabelas na página de monitoramento do Programa EMBRACE que, nesta fase, encontra-se em testes, mas no primeiro semestre de 2013 deve estar disponível para o público em geral. Concluindo este trabalho, verificamos que a resposta dos índice K para os magnetômetros da rede é satisfatória, apresentando valores relacionados entre as estações magnéticas.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi obtida a tabela de conversão do índice K para as estações magnéticas do EMBRACE para o monitoramento da variação do campo geomagnético. Nesta fase iniciamos testes do índice K para as estações magnéticas que já estão em operação, isso apresentou uma boa correlação entre as respostas da rede.

AGRADECIMENTOS

